
Sur la nature du nébulium et du coronium.

Le lecteur se souviendra qu'il y eût des cas historiques où l'astrophysicien fut en avance sur le savant de laboratoire. Nous nous bornerons à rappeler la découverte de l'hélium par NORDMANN LOKYER au cours de son étude spectroscopique des protubérances solaires. Ce corps était alors inconnu sur Terre. Il est facile de comprendre que dans certains astres la matière se trouve dans des conditions physiques irréalisables artificiellement dans un laboratoire ; par exemple haute température et pression formidable (le centre d'une étoile), ou inversement température voisine du zéro absolu et raréfaction de matière à un point tel que cette faiblesse de pression serait appelée vide parfait dans un laboratoire (cas d'une nébuleuse, de la couronne solaire). Ces deux exemples extrêmes montrent que l'étude des sciences physiques demande à être complétée par l'astrophysique. Une généralisation plus grande des lois de la nature déjà connues fait appel à une collaboration intime entre le physicien, le chimiste et l'astrophysicien.

Il est vrai que l'hélium dont nous venons de rappeler la découverte au cours de travaux d'astrophysique fut trouvé plus tard au laboratoire par Becquerel en faisant des recherches sur la radioactivité. Mais il existe encore deux séries de raies spectrales trouvées dans des astres et qui n'ont encore pu être sûrement identifiées avec des corps connus sur Terre. Ce sont celles du nébulium dans les nébuleuses, et du coronium dans la couronne solaire.

En 1911, NICHOLSON avait essayé de justifier l'hypothèse selon laquelle il faut attribuer les raies du nébulium à un élément encore inconnu sur la Terre. Il s'était efforcé de montrer que ces raies pouvaient correspondre aux vibrations d'un atome formé d'un noyau entouré à l'état neutre, d'un anneau de 4 électrons. En 1914, FABRY, BUISSON et BOURGET avaient mesuré avec précision les longueurs d'onde et les largeurs de deux fortes raies ultra-violettes du spectre du Nébulium. De la comparaison des largeurs de ces raies (λ 3726 et λ 3729) et de celle de la raie $H\gamma$, présente aussi dans le spectre des nébuleuses, ils avaient déduit que le poids atomique de l'élément émettant ces deux raies devait être égal à 3, si du

moins la seule cause efficace de leur largeur était l'effet Döppler dû à l'agitation thermique. Ils avaient émis l'idée que la raie verte λ 5007 était peut-être due à un élément de poids atomique 2.

Depuis que s'était affirmé le succès de la théorie de BOHR, l'existence d'éléments de poids atomiques compris entre ceux de l'hydrogène et de l'hélium était cependant assez peu vraisemblable. Elle n'était pourtant pas tout à fait improbable, d'autant plus que, dans les tout derniers temps, l'étude approfondie des spectres d'ordre supérieur des éléments légers (Carbone C, Azote N, Oxygène O, une ou plusieurs fois ionisés), dont certaines raies se trouvent dans les nébuleuses, n'avaient permis de retrouver aucune des raies caractéristiques du nébulium.

Un travail récent sur ce sujet fort intéressant est dû au physicien BOWEN (1). D'après lui, le nébulium ne devait pas être un corps spécial aux nébuleuses ; mais bien au contraire il serait très familier aux chimistes. Dans les astres qui nous occupent, il se trouverait dans des conditions physiques irréalisables sur Terre.

Les atomes, qui pour le nébulium seraient un mélange de ceux d'oxygène et d'azote, seraient dans certaines conditions physiques à un état d'instabilité causé par la possession d'un excès d'énergie. Cet excès d'énergie dépassant une certaine limite serait cause du saut brusque d'un électron d'une orbite à une autre plus grande ; d'où naissance d'un spectre d'émission qui serait la transmission dans le vide de l'énergie libérée. Le calcul des longueurs d'onde basé sur cette hypothèse, appliqué à l'azote deux fois ionisé (N II) et à l'oxygène ionisé deux et trois fois (O II, O III), aboutit à une série de huit raies spectrales s'accordant d'une façon satisfaisante avec celles du nébulium.

BOWEN a donc émis l'hypothèse qu'il fallait attribuer à l'oxygène les raies nébulaires suivantes : une raie rouge à λ 7325, les raies vertes du nébulium à λ 5007 et λ 4959, la raie bleue à λ 4363, la paire ultra-violette à λ 3729 et λ 3726 et peut-être d'autres raies dans l'ultra-violet. Par contre, les raies de l'orangé, λ 6584 et λ 6548, devraient être attribuées d'une manière analogue à l'azote.

Une critique peut se faire : l'oxygène et l'azote dans les états d'ionisation que nous venons de citer ont été obtenus artificiellement au laboratoire sans jamais montrer les raies en question. Bowen répond que, même dans les états de pression la plus faible qu'il soit possible d'obtenir artificiellement, les collisions qui se produiront entre atomes,

(1) *Nature*, 1^{er} octobre 1927 et *Publ. Astron. Soc. Pacific*, vol. XXXIX, n° 231, Octobre 1927, p. 295.

ou contre les parois du récipient contenant le corps étudié, seront d'une fréquence telle (plusieurs en une fraction de seconde) que le rétablissement d'équilibre stable d'un atome ne pourra pratiquement être causé que par des collisions, la durée de l'état d'instabilité décrit plus haut étant relativement très longue. Il ne pourra pas y avoir émission causée par un rétablissement spontané d'équilibre stable, mais uniquement par des collisions, d'où impossibilité pratique de produire artificiellement les raies du nébulium.

Dans les nébuleuses où la raréfaction de matière est vraisemblablement considérable (probablement, selon Russel, de l'ordre d'un billionième de l'atmosphère terrestre au niveau de la mer, soit une pression inférieure à un millionième de millimètre de mercure), les collisions deviendront relativement rares, jusqu'à être espacées par un plus long intervalle de temps que la durée d'état d'équilibre instable qui nous occupe. Il y aura alors possibilité d'une émission d'énergie due au saut spontané, sans chocs, d'électrons d'une orbite à une plus grande. Telle serait l'origine des raies spectrales du nébulium.

BOWEN prend comme preuve favorable à sa théorie le fait de l'existence d'oxygène et d'azote au centre des nébuleuses (maximum de densité), et l'existence du nébulium aux bords de ces dernières (minimum de densité). Un appel fut adressé aux astrophysiciens ⁽¹⁾ en leur demandant de mesurer avec précision sur le spectre des mêmes nébuleuses les longueurs d'onde des raies de l'oxygène, de l'azote et du nébulium, afin de s'assurer que ce dernier corps mystérieux est bien l'oxygène et l'azote dans les conditions physiques décrites plus haut. Le Prof. FOWLER répondit à cet appel. Des photographies du spectre de plusieurs nébuleuses dues à cet auteur permirent de faire les mesures précises demandées. Les résultats tendent à donner une confirmation satisfaisante.

Les physiciens, d'autre part, ne sont pas restés inactifs. Pour vérifier l'hypothèse de BOWEN, ils ont pris comme base les raies nébulaires dont les longueurs étaient connues avec précision. Les raies ultra-violettes mesurées par FABRY, BUISSON et BOURGET réalisaient cette condition. D'autre part, les correspondances qui existent entre les spectres des divers ordres des éléments permettent de prévoir l'existence de raies avant leur observation effective. Mais au moment où BOWEN a publié sa note le raccordement nécessaire pour permettre la prévision relative aux raies λ 3726 et λ 3728 était encore insuffisant et il a trouvé au lieu de cela les longueurs d'onde λ 3681 et λ 3679, ce qui pouvait paraître contredire son hypothèse. Mais tout récemment ⁽²⁾, F. CROZE et C. MIHUL ont

(1) J. A. CARROLL. *Nebulium. The Observatory*, Octobre 1927. p. 326.

(2) Cf. *Bull. bi-mensuel Soc. Franç. de Physique*, n° 255, 20 janv. 1928. p. 135.

trouvé dans le spectre de O II des groupes de raies qui ont permis de corriger le raccordement précédemment effectué par BOWEN et le résultat est *qu'il n'y a plus aucun doute que les deux raies λ 3726 et λ 3729 appartiennent au spectre de O II.*

Bien que les autres raies nébulaires aient été mesurées avec une précision moindre que celles-là, on peut donc tenir pour certaines les autres identifications supposées par BOWEN. C'est ainsi que les raies λ 5007, λ 4959 et λ 4363 doivent être attribuées au spectre de O III ; que les raies λ 6584 et 6548 doivent être attribuées à N II et que la raie λ 7325 doit encore appartenir au spectre de O II.

On a encore tiré une objection des mesures de largeurs des raies : celles-ci sont plus grandes que ne le veut la théorie. Mais cette objection s'élimine si l'on considère que l'agitation thermique particulière n'est pas la seule cause d'élargissement des raies pouvant intervenir dans les nébuleuses. Comme l'a fait remarquer VENKATESACHAR ⁽¹⁾, on doit tenir compte de l'élargissement produit par l'absorption dans l'épaisseur même de la nébuleuse et aussi (FABRY) par les mouvements d'ensemble des différentes parties de cette nébuleuse.

Les connaissances que nous possédons sur les raies du coronium sont encore bien insuffisantes ⁽²⁾. Il y aurait néanmoins tendance à croire que nous avons affaire à du calcium deux fois ionisé. Le calcul des raies du corps dans l'état décrit plus haut pour le nébulum nous apprend qu'il doit se trouver une raie importante dans une partie de l'infra-rouge encore inobservée. Il y a du travail pour les éclipses futures !!

Ce qui précède peut nous faire comprendre une des causes d'émission de lumière par les nébuleuses, matière infiniment raréfiée. D'autres nébuleuses ayant une plus grande densité seront intermédiaires, trop denses pour émettre comme l'explique BOWEN, et insuffisamment denses pour émettre comme nous le comprenons pour les étoiles. Ce sera le type déjà connu des nébuleuses obscures. Certaines nébuleuses planétaires nous montrent ces deux conditions physiques. Prenons comme exemple la nébuleuse annulaire de la Lyre. L'intérieur de l'anneau est obscur visuellement ; il n'est pas vide de matière puisqu'il impressionne la plaque photographique ; sa position porte à croire à une densité relativement grande qui serait cause de l'obscurité. La lumière émise par la partie extérieure formant l'anneau aurait pour cause une extrêmement

(1) Phil. Mag., 49, p. 33, 1925.

(2) The Observatory, Décembre 1927, p. 374.

faible densité. Enfin signalons le centre, petit point lumineux causé par une grande densité (centre de gravité) : ce serait la naissance d'une étoile.

En résumé, on peut donc dire qu'une fois de plus l'analyse spectrale des astres nous a montré la matière dans des conditions physiques encore ignorées sur Terre.

H. GROUILLER et J. ELLSWORTH.

Rayons anthéliques divergents.

A la suite des notes de M. J. MASCART (1), nous avons reçu ou fait à l'Observatoire de Lyon un certain nombre d'observations de rayons anthéliques divergents, dont les résultats sont donnés ci-dessous, en ajoutant quelques remarques sur la situation météorologique : les heures sont en temps civil de Greenwich et les positions calculées du Soleil sont théoriques, en négligeant la réfraction, mal connue et variable à l'horizon ; les limites des erreurs probables sont données approximativement, en tenant compte de la netteté du phénomène.

1° M. R. MAZZUCCO nous signale une observation faite par BIDAULT DE L'ISLE (2), le 28 Sept. 1922 à 17 h. 15, dans l'Yonne. A la fin d'une forte averse de plus d'une heure, les rayons sont apparus à l'E., ainsi que des fragments d'arc en ciel, sur un ciel gris ardoise chargé de nuées basses chassées par un vent d'W. assez fort. Malheureusement BIDAULT DE L'ISLE ne précise pas l'état du ciel au couchant, et aucune mesure n'a été faite.

2° Observateur : A. P. MOISSEIEV, Achkassovo, Moscou, U. R. S. S. 15 juil. 1926, journée chaude, ciel beau et brumeux, forte humidité de l'air. Des cumulo-nimbus apparaissent au coucher du Soleil et délimitent des rayons allant de W. à E. et de largeurs inégales. Les nuages se déplacent de SW à NE et les rayons suivent ce mouvement. Le phénomène dure près d'une demi-heure, s'affaiblit graduellement et disparaît. La soirée est orageuse et pluvieuse.

Ce phénomène a été observé plusieurs fois, les nuages étaient quelquefois au dessous de l'horizon. Presque toujours, la nuit ou la journée suivante étaient orageuses ou pluvieuses.

3° R. GINDRE. Lyon-Observatoire, 13 juin 1927. Le phénomène est fugitif. 19 h. 32 à 19 h. 35, ciel pur moitié E, alto-stratus et strato-cumulus à l'horizon S à W, banc de cirrus et cirro-stratus vers le soleil déjà couché. Pas de rayons distincts mais des variations graduelles de teinte dans les régions E. Dans le cirro-stratus apparaît le phénomène assez rare de la colonne lumineuse verticale, de la famille des halos.

Azimut du Soleil : 125°. Azimut de convergence $307^{\circ} \pm 2^{\circ}$, Distance à l'anthélie : 2°.

(1) J. MASCART. — Rayons lumineux divergents à 180° du Soleil. B. O. Lyon, Avril 1927, pp. 105-107.

J. MASCART. — Sur les rayons lumineux divergents, B. O. Lyon, juil. 1927, pp. 151-155.

(2) A. BIDAULT DE L'ISLE. — Sur un phénomène anthélique. L'Astron., Mai 1923, pp. 219-221.

Situation météorologique : Orage la veille, beau temps le 13, anticyclone qui se désagrège en deux jours, une dépression s'avance. Pluies les 14 et 15.

4^e) R. GINDRE, Lyon-Observatoire, 20 juin 1927, 20 h. à 20 h. 22. Ciel très pur sauf quelques cirrus à l'extrême horizon NW. Rayons très nets, irréguliers, changeant d'aspect. A 20 h. 13 une gloire apparaît et se raccorde exactement avec les rayons qui traversent ainsi tout le ciel, par le N. On compte très nettement 5 rayons roses séparés par des bandes sombres. Pas de déplacement sensible du point de convergence.

Azimut solaire à 20 h. 10 : $128^{\circ}49'$. Azimut de convergence : $310^{\circ}\pm 1^{\circ}$. Distance à l'anthélie : $1^{\circ}11'$. Hauteur solaire à 20 h. 10 : $-3^{\circ}10'$. Hauteur de convergence, très approximative : $0^{\circ}\pm 3^{\circ}$?

Situation : Beau temps par anticyclone. Orageux 2 jours après.

5^e) R. GINDRE, Lyon-Observatoire, 1^{er} Juil. 1927, 5 h. 55. Ciel presque couvert. Cumulonimbus très sombre du côté du soleil qui est entouré de rayons. A l'opposé, rayons sombres sur fond de cirro-stratus, aspect de trame pluvieuse. Point de convergence très en dessous de l'horizon. En un quart d'heure, le point semble s'être déplacé vers l'W.

Azimut solaire : $245^{\circ}4'$. Azimut de convergence : $65^{\circ}25'$. Distance à l'anthélie. $0^{\circ}22'$.

8 h. 55. — Soleil visible à travers l'alto-stratus. Il est entouré de rayons. A l'opposé, même aspect de trame pluvieuse que le matin sur même fond sombre. Point de convergence très bas.

Azimut solaire : $275^{\circ}46'$. Azimut de convergence : $96^{\circ}46'$. Distance à l'anthélie : $1^{\circ}0'$. Situation dépressionnaire, violent orage la veille, pluies les 1 et 2.

6^e) R. P. BALTENWECK, Haïti, 25 juil. 1927 environ. Soleil caché derrière un gros nuage 15 à 20 m. avant son coucher. Des rayons forment une gloire. A l'opposé, trois ou quatre grands rayons convergent en dessous de l'horizon. Un seul est visible sur tout le parcours, grâce à des cirrus qu'il illumine en or rouge.

7^e) GÉNÉRAL GUILLEMIN, Croix de Vie (Vendée), 27 août 1927, 19 h. 1, 19 h. 5. Faïceaux sombres sur fond gris clair, un rayon clair sur fond sombre. Aucune gloire apparente. Position du point de convergence mesurée avec précision.

Azimut solaire à 19 h. 3 : $105^{\circ}1'35''$. Azimut de convergence : $287^{\circ}50'$. Distance à l'anthélie : $2^{\circ}48'$. Hauteur solaire à 19 h. 3 : $-0^{\circ}1'$, hauteur de convergence : $-0^{\circ}23'$, distance à l'anthélie : $0^{\circ}24'$.

Beau en France, anticyclone, quelques pluies le lendemain sur le centre de la France.

8^e) J. BOURICAND, Colmar (Ht-Rhin), 22 sept. 1927, 15 h. 45 à 15 h. 55. Rayons plus lumineux que le fond du ciel, se présentant en même temps qu'un arc en ciel. Le centre de l'arc et le point de convergence des rayons semblent coïncider. Ciel presque couvert (nébulosité 9) fond gris noirâtre, soleil caché par des cumulo-nimbus. Pas de gloire.

23 sept. 1927, 15 h. 5. — Ciel de cumulo-nimbus, nébulosité. 7. Soleil caché par des cumulus. Phénomène fugitif (8 minutes), pas de gloire, point de convergence en dessous de l'horizon.

Les deux jours, situation très troublée, pluies.

9^e) R. GINDRE, Lyon-Observatoire, 28 oct. 1927, 16 h. 20. Alto-cumulus dans la moitié S du ciel, beau ailleurs. On ne voit de rayons que dans cette moitié S. A 16 h. 36, les alto-cumulus ont gagné jusqu'à W, à ce moment des rayons passent aussi par le N. Fin à 16 h. 38.

Beau par anticyclone, quelques pluies en France dans la nuit suivante. Grande sécheresse de l'air à l'observatoire, degré hygrométrique : 26.

10^e) R. GINDRE, Lyon-Observatoire, 26 fév. 1928, 17 h. 22. Ciel nuageux, cirrus et cumulus à l'horizon W. Le phénomène est relativement net. Pas de gloire. Les rayons ne sont pas très longs. A noter l'aspect caractéristique du ciel : il y a une bande absolument verte à l'horizon W.

Azimut solaire : $73^{\circ}33'$. Azimut de convergence : $257^{\circ}42' \pm 1^{\circ}$. Distance à l'anthélie : $0^{\circ}51'$. Hauteur solaire : $-0^{\circ}21'$, hauteur de convergence : $-2^{\circ}30'$, distance à l'anthélie, $2^{\circ}51'$.

Beau temps par anticyclone depuis 10 jours. Pluies commencent dans l'W de la France. Pluies générales le lendemain 29, le 1 et le 2.

La première conclusion à tirer de ces documents, c'est que le phénomène paraît bien être un *effet de perspective*. En effet, les observations 2, 5 et 9 montrent que les rayons suivent le déplacement des nuages et du Soleil ; les observations 4 et 6 indiquent qu'il s'agit du prolongement des gloires. L'observation 3 est caractéristique : cirro-stratus vers le Soleil, teintes dégradées, et pas de rayons nets, car ces nuages sont de faibles écrans et n'ont pas de contours définis. Enfin, *jamais* le point de convergence lui-même n'a été vu, les rayons s'arrêtent toujours quelques degrés avant, ce qui doit être, si l'on considère ce point comme *point de fuite* des rayons.

Nous n'avons aucun renseignement précis sur l'*altitude* des rayons. Seule l'observation 6 (rayon illuminant des cirrus) semble indiquer qu'elle peut être de l'ordre de plusieurs kilomètres. Mais, en réalité, l'observation du R. P. BALTENWECK paraît contenir une contradiction, ou alors l'hypothèse des ombres portées est fausse. En effet, comment un rayon, émané du Soleil à plusieurs degrés au-dessus de l'horizon, et passant par les interstices d'un « gros nuage » (sans doute un cumulus, donc d'altitude plutôt faible) peut-il traverser ensuite des cirrus d'altitude beaucoup plus grande ? Il est peut-être préférable d'admettre qu'il s'agissait de nuées plus basses ayant l'apparence de cirrus.

On voit également que la position du point de convergence diffère en azimut sensiblement de 180° de celle du Soleil : les divergences relevées sont de l'ordre des erreurs d'observation, naturellement assez importantes sur des phénomènes aussi flous. Seule, la position donnée par M. le général GUILLEMIN s'écarte par trop de la position théorique, et une différence de $2^{\circ}48'$ est difficilement admissible, étant donnée la précision avec laquelle la mesure a été effectuée.

Il est possible qu'il y ait eu là, un phénomène de réfraction anormale « latérale » : on est au bord de la mer, la journée a été assez chaude (température maximum : 21° environ) ; le vent tournait à WSW sous l'influence d'une dépression proche et l'air était beaucoup plus échauffé sur terre que sur mer, d'où déviation des rayons vers le S. Cette explication est *un peu arbitraire* ! et doit être acceptée avec réserve, mais, puisque nous ignorons le rôle exact des réfractions, il est loisible de les

rendre responsables des irrégularités remarquées. Néanmoins, il serait exagéré de leur attribuer une différence de près de 3°, et les erreurs d'observation doivent encore intervenir d'une façon sensible.

Une remarque analogue peut être faite au sujet de l'observation de hauteur du n° 10 ; un phénomène de réfraction, très admissible ici, est peut-être partiellement la cause de cette différence.

Il semble donc bien que ces rayons soient dûs à l'ombre portée sur le ciel de nuages formant écran. On peut alors se demander pourquoi ils ne sont pas visibles *toutes les fois* que l'on rencontre des nuages isolés. Or, il s'agit d'une question de contraste perceptible entre l'éclat du ciel et celui de la partie située dans l'ombre du nuage, contraste qui est lié à deux facteurs : pouvoir diffusant de l'air et opacité des nuages.

Une des causes d'augmentation du pouvoir diffusant de l'air est la présence de la vapeur d'eau. Si elle est en quantité convenable, le contraste est perceptible, même avec des nuages peu épais : on a vu en effet que les cirrus peuvent suffire. Cette présence de la vapeur d'eau est la raison de la fréquence du phénomène à Haïti et sans doute en tous lieux situés près de la mer. ¹⁾

D'autre part, si les nuages sont très opaques, le contraste est évidemment augmenté.

Une confirmation de l'exactitude de cette explication est la fréquence des cumulo-nimbus pendant ces apparitions (leur présence est signalée dans 4 observations), car ce nuage réunit les deux conditions : on ne le trouve que dans une atmosphère fortement chargée de vapeur d'eau, et il se présente en masses puissantes très opaques.

On remarque également que, dans nos régions, en été, le phénomène ne se produit pas par période de beau temps, car l'air est alors relativement plus sec, et, en conséquence, ne peut contenir de nuages importants ; mais on apercevra des rayons à la fin de ces périodes, au moment où une dépression avance et amène la pluie. Les remarques météorologiques sur le temps des jours suivant les apparitions sont caractéristiques à ce point de vue : dans *tous les cas observés*, si le temps n'est pas déjà pluvieux, il le devient un jour ou deux après. Notons aussi l'aspect vert du ciel, indice de vapeur d'eau et de mauvais temps prochain.

En résumé, pour que le phénomène soit visible il faut, d'abord, la pré-

(¹) Remarquons que la grande sécheresse signalée au n° 9 est compatible avec cette explication. L'humidité au niveau du sol n'est pas nécessairement en relation avec la quantité de vapeur d'eau en altitude.

sence de nuages, qui peuvent d'ailleurs être en dessous de l'horizon, ensuite une atmosphère assez chargée en vapeur d'eau. On trouve ces conditions après les orages, les pluies, ou bien, dans les régions éloignées de la mer tout au moins, si les rayons apparaissent pendant une période de beau temps, c'est que celle-ci touche à sa fin, ainsi que l'a fait remarquer MOÏSSEIEV.

Observatoire de Lyon.

R. GINDRE.

L'échelle photométrique visuelle de Mc Cormick Observatory.

Les observations photométriques de Mc Cormick Observatory (1) sont effectuées visuellement à l'aide d'un photomètre Rumford à coin et à étoile artificielle.

Une première comparaison des observations de Mc Cormick Observatory avec celles effectuées avec un instrument analogue, à Lick et à Yerkes, a montré que l'échelle des premières est plus étendue que la moyenne des autres de 3 à 4,7 pour cent. La différence la plus sensible se présente avec l'échelle de Parkurst à Yerkes : en moyenne, l'échelle de Mitchell et d'Alden est d'environ 12 pour cent plus étendue que celle de Parkurst, avec ce résultat que des étoiles les plus brillantes utilisées comme étalons aux étoiles les plus faibles de la séquence, les magnitudes de Parkurst sont environ une demi-magnitude plus brillantes que celles de Mc Cormick.

Une comparaison avec la séquence polaire semblait donc désirable, mais elle est très difficile à effectuer directement en raison de la monture de l'instrument de Mc Cormick Observatory qui ne permet pas d'atteindre librement le pôle Nord.

Il existe bien, dans *Harvard Annals* 71, p. 53, une séquence d'étoiles des Pleïades avec magnitudes photométriques, mais la comparaison des magnitudes de Mc Cormick et de Harvard indique une discontinuité dans l'une ou l'autre de ces échelles. Or les résultats obtenus par Graff sur les mêmes étoiles s'accordent bien avec ceux de Mc Cormick et paraissent montrer que la divergence doit provenir de l'échelle de Harvard. L'échelle de Graff est liée à celle de Mc Cormick par la relation :

$$\text{Graff} - \text{McC} = + 0^m44 + 0^m0133 (\text{McC} - 10^m26)$$

Il est possible cependant de comparer indirectement l'échelle de Mc

(1) ALDEN (H. L.) et MITCHELL (S. A. — Photometric sequence in the Pleiades. *Astron. Journ.*, vol. XXXVI, n° 10, 5 juin 1925, pp. 73-76.

Cormick à la séquence polaire par l'intermédiaire des magnitudes photovisuelles des Pléiades déterminées au Mont Wilson.

Mitchell et Alden trouvent ainsi la formule :

$$(1) \quad \text{McC} = \text{MtW} - 0^{\text{m}}333 - 0^{\text{m}}006 (\text{MtW} - 13,0) + 0^{\text{m}}244 (\text{CI} - 0,60)$$

CI désignant l'indice de coloration.

La différence entre les deux échelles est moindre que 1 %.

Ceci est, d'autre part, confirmé par une comparaison indépendante avec les magnitudes déterminées dans le champ de Nova Persei n° 2, laquelle donne la nouvelle relation :

$$\text{McC} = \text{MtW} - 0^{\text{m}}008 (\text{MtW} - 14,0) + 0^{\text{m}}252 (\text{CI} - 1,00)$$

Mitchell et Alden en concluent que leur échelle est à peu près la même que celle de la séquence polaire N.

Le coefficient du terme chromatique est toutefois plus grand qu'on ne s'y attendrait. Mais ceci peut provenir des erreurs accidentelles des magnitudes photovisuelles qui affectent dans le même sens l'indice de coloration et la différence $\text{McC} - \text{MtW}$. Pour tenter d'éviter cette difficulté, Mitchell et Alden utilisent aussi comme coefficients de l'équation chromatique, les équivalents de couleur I de Hertzsprung déterminés d'après les mesures de longueur d'onde effective.

D'où la nouvelle relation :

$$\text{McC} = \text{MtW} - 0^{\text{m}}354 - 0^{\text{m}}082 (\text{MtW} - 13,0) + 0^{\text{m}}062 (I_{\lambda} - 0,54)$$

Le coefficient chromatique a été réduit au 1/4 de sa première valeur, mais une différence apparente d'échelle est introduite.

D'autre part, Mitchell et Alden ⁽¹⁾ observent par la méthode d'Argelander et leur degré, par suite d'un grand entraînement s'est trouvé étalonné de telle sorte que de la 8^e à la 16^e magnitude il reste étroitement égal au dixième de magnitude. Ils reprennent donc l'étude de la séquence de Nova Persei en tenant compte de leurs mesures par la méthode d'Argelander.

La comparaison à l'échelle du Mont Wilson de l'échelle du photomètre et de l'échelle résultant de l'estimation en degrés donne les relations suivantes :

Discussion par Mitchell :

$$\text{McC (photomètre et visuel)} = \text{MtW} + 0^{\text{m}}014 + 0^{\text{m}}031 (\text{MtW} - 14^{\text{m}}0) + 0^{\text{m}}108 (\text{CI} - 1,00)$$

Discussion par Alden :

$$\text{McC (photomètre et visuel)} = \text{MtW} + 0^{\text{m}}025 + 0^{\text{m}}025 (\text{MtW} - 14^{\text{m}}0) + 0^{\text{m}}160 (\text{CI} - 1,00)$$

(1) MITCHELL (S. A.) et ALDEN (H. L.). — The photometric scale of the Leander Mc Cormick, vol. LXXXVI, n° 6, Avril 1926, pp. 356-360.

Les observations photométriques seules donnent la relation :

$$\text{McC (photomètre seul)} = \text{MtW} + 0^m020 + 0^m044 (\text{MtW} - 14^m0) \\ + 0^m160 (\text{CI} - 1.00)$$

La moyenne des deux premières relations fournit l'équation :

$$\text{McC (photomètre et visuel)} = \text{MtW} + 0^m020 + 0^m028 (\text{MtW} - 14^m0) \\ + 0^m134 (\text{CI} - 1.00)$$

Prenant la moyenne des corrections d'échelle données par l'équation (1) et la précédente, Mitchell et Alden concluent que l'échelle de Mc Cormick est de 1 % moins étendue que l'échelle photovisuelle du Mont Wilson.

Ce résultat est très important car on sait que Mc Cormick Observatory se propose de publier une documentation de premier ordre sur les magnitudes des étoiles de comparaison faibles des séquences utilisées pour l'observation systématique des étoiles variables.

Nous sommes heureux de donner à ce sujet un extrait d'une lettre récente de M. S. A. Mitchell.

« Dans nos observations avec le réfracteur de 26 pouces, nous avons trouvé que les étoiles de comparaison des séquences de Harvard sont très inexactes au-dessous de la 12^e magnitude (1). Il nous a été nécessaire d'étendre les séquences et de déterminer à nouveau les magnitudes des étoiles les plus faibles des séquences de Harvard. Ce travail a été poursuivi durant plusieurs années et toutes les observations sont terminées et prêtes à envoyer à l'impression.... »

« Nous nous sommes donné comme règle de faire des observations d'étoiles variables seulement quand celles-ci sont plus faibles que la 12^e magnitude. Nous avons environ 200 étoiles à notre programme. Dans chaque région les avoisinant, nous avons maintenant des séquences d'étoiles de comparaison qui vont, quand c'est nécessaire, jusqu'à la limite de l'instrument, la 16^e magnitude. »

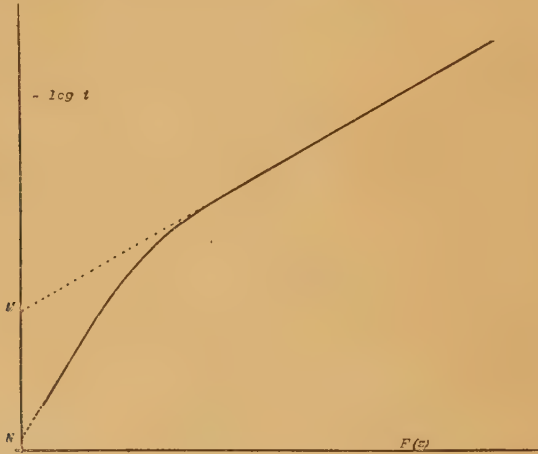
Il y a lieu de se réjouir de l'imminence de cette publication, car elle sera d'une très grande importance pour les organisations d'observations collectives d'étoiles variables ; elles y trouveront enfin des bases photométriques pour les faibles étoiles de comparaison qui ont trop longtemps fait défaut jusqu'à ce jour.

1. — Ce fait n'a rien de surprenant car les moyens photométriques dont disposait alors Harvard permettaient les mesures photométriques jusqu'à la 12^e magnitude environ. Au delà de la 12^e magnitude, les déterminations étaient obtenus par extrapolation basée sur une échelle visuelle en degrés. L'extrapolation était faite en prolongeant la courbe donnée jusqu'à la 12^e magnitude par les mesures photométriques et les estimations visuelles combinées, mais évidemment une grande incertitude régnait sur la forme de cette courbe au delà de la 12^e magnitude.

La couche de Heaviside se manifeste-t-elle par son absorption ?

Une série de phénomènes de nature différente, tels que la propagation des ondes hertziennes, les phénomènes crépusculaires, les aurores boréales, sans citer un certain nombre de phénomènes moins nets, nous a conduit à supposer l'existence d'une discontinuité ou bien d'une couche à l'altitude de 100 km. environ. Je vais montrer quel effet produirait une telle couche dans le cas de l'absorption atmosphérique.

Supposons une couche relativement mince située à l'altitude h , soit B son coefficient de transmission, $G(z)$ le chemin parcouru dans la couche par le rayon lumineux, $F(z)$ la masse d'air traversée, A le coefficient



de transmission de l'atmosphère et r le rayon de la Terre. L'équation fondamentale de l'absorption atmosphérique sera :

$$\log i = \log I + \log A F(z) + \log B G(z)$$

La fonction $G(z)$ est donnée par la formule : $G(z) = (\cos^2 z + 2h/r)^{-\frac{1}{2}}$. Pour de faibles valeurs de $F(z)$, la fonction $G(z)$ est sensiblement égale à $F(z)$ et notre équation se réduit à :

$$\log i = \log I + \log A F(z) + \log B G(90)$$

Pour de grandes valeurs de $F(z)$, la fonction $G(z)$ est pratiquement constante par rapport à $F(z)$ en tendant vers sa limite : $G(90) = \sqrt{r/2h}$ et la courbe d'absorption aura la forme :

$$\log i = \log I + \log A F(z) + \log B G(90)$$

On trace (voir la figure ci-dessus) la courbe d'absorption c'est-à-dire $\log i$ en fonction de $F(z)$; on détermine les pentes des deux parties de la

courbe, qui nous fournissent $\log A + \log B$ et $\log A$; le segment MN sur l'axe oy étant égal à $\log G(90)$, $\log B(90)$ nous donne l'altitude h de la couche.

En appliquant cette méthode sur mes mesures effectuées à l'observatoire du Pic-du-Midi en août 1927, j'ai déduit l'altitude variable entre 90 et 150 km. de la couche en question. L'absorption neutre dans le domaine entre 0,41 et 0,57 étant assez élevée on se demande si ces mesures ne sont pas entachées par certaines erreurs de nature inconnue. Mes mesures donnent $B=0,72$, tandis que les mesures de Danjon en 1922 donnent $B=0,90$ d'après l'auteur, où $B=0,85$ d'après la méthode graphique décrite ci-dessus. Il est curieux de constater que les mesures de Müller à Ténériffe en 1910 et les mesures d'Abbot et Fowle au Mt. Wilson ne montrent pas *directement* l'influence de cette couche.

Université de Brno.

F. LINK.

Représentation graphique des éléments des orbites des petites planètes, susceptible de faciliter l'étude statistique de ces objets célestes.

Je me permets de signaler un procédé très simple et très avantageux, que j'utilise en ce moment, pour représenter simultanément tous les éléments des 1069 astéroïdes dont les orbites ont été calculées.

J'utilise une projection stéréographique de la sphère céleste héliocentrique ; le point de vue est le pôle austral de l'écliptique.

Les plans des orbites, et donc leurs éléments Ω et i , sont représentés par les projections des pôles principaux de ces plans.

La projection stéréographique conservant les angles permet de mener par chaque point figuratif une demi-droite dont la direction correspond à ω (argument de la latitude du périhélie).

Sur cette demi-droite, je porte, à partir du point figuratif, une longueur proportionnelle à la distance moyenne a de l'astéroïde. J'obtiens ainsi un petit vecteur ; l'épaisseur ou la couleur du trait caractérisent l'excentricité.

Pour la partie de la sphère céleste représentée en projection stéréographique (calotte de 35° de rayon sphérique), les longueurs et les surfaces ne sont pas fortement altérées.

On peut faire figurer sur l'épure le vecteur correspondant à l'orbite de Jupiter et indiquer chaque fois la magnitude moyenne m_0 de l'objet.

Université de Bruxelles.

J. F. COX.

NOTES & VARIÉTÉS

Les étoiles à grandes vitesses.¹

Distinction des étoiles de grande et de faible vitesse. — M. J. H. Oort montre que l'assymétrie des mouvements stellaires n'est pas un phénomène général, mais qu'elle se localise chez les étoiles à grandes vitesses. Il semble, en fait, exister une limite plutôt bien définie d'environ 63 km/sec. au dessous de laquelle l'assymétrie disparaît. Il paraît improbable que l'assymétrie soit une propriété générale de l'espace comme on l'a supposé ou qu'elle dépende uniquement de la vitesse moyenne statistique du type d'étoiles considéré. Ceci est contraire à l'opinion d'autres auteurs. La cause de cette différence d'opinion a été discutée par l'auteur — une limite semblable est indiquée par la forme de la courbe de fréquence des vitesses. Cette limite est le point où un excès considérable devient évident sur la distribution des vitesses les plus faibles, qui pour une composante est presque Gaussienne (fig. 6 du mémoire ; c'est aussi évident d'après la distribution des vitesses des étoiles naines ; et d'après les vitesses des variables Md). En aucun cas les vitesses assymétriques ne tombent dans une courbe de Gauss en même temps que les vitesses ordinaires. Il semble recommandable de les traiter séparément et de les considérer comme des étoiles d'origine probablement différente. La distribution des vitesses des nébuleuses planétaires est un peu particulière.

Mouvements et autres propriétés caractéristiques. — Un catalogue a été construit des étoiles dont les vitesses sont probablement plus grandes que 62 km/sec. Une étude des mouvements dans l'espace révèle que, en dehors de l'assymétrie bien connue, qui consiste à éviter presque complètement la région de 335° à 135° de longitude galactique, il y a quelques autres particularités. Les apex montrent deux maxima de fréquence, l'un à 170° de longitude, coïncidant avec le vertex (point de plus haute-fréquence) du courant I, l'autre à 310° ; ils semblent aussi être plus fréquents à environ 10° de distance de part et d'autre de la Voie Lactée que dans la Voie Lactée elle-même. Les plus grandes vitesses ne montrent pas les deux maxima en longitude ; celles qui sont supérieures à 300 km/sec. sont toutes comprises entre les longitudes 212° et 302°. Les apex montrent une concentration très prononcée vers le plan de la Voie Lactée (latitude moyenne seulement +14°), de sorte qu'on peut à peine douter d'une relation intime avec la galaxie. Les grandes vitesses des étoiles à spectres particuliers, quoique montrant très clairement l'assymétrie, n'affectent pas une concentration galactique sensible.

La fréquence relative des divers types spectraux et magnitudes absolues est très différente pour les deux classes d'étoiles. Il y a une relation entre la concentration galactique absolue d'un certain type et le pourcentage des hautes vitesses pour celui-ci : plus faible est la concentration galactique plus haut généralement est le pourcentage des étoiles de hautes vitesses. Il est indiqué qu'il y a aussi des différences pour d'autres propriétés entre les étoiles de grande et faible vitesse des mêmes magnitude apparente, spectre et distance. Le pourcentage des étoiles doubles semble être à peu près deux fois et demi plus faible parmi les étoiles à grandes vitesses et il y a des indications de différences systématiques dans les intensités de quelques lignes spectrales.

Les nébuleuses spirales sont les seuls objets à grandes vitesses qui ne montrent pas la même espèce d'assymétrie. Les mouvements systématiques de ces nébuleuses ne peuvent pas être considérés comme bien établis.

Système galactique. — Il est plutôt vraisemblable que la limite de 53 km/sec. des étoiles à grandes vitesses correspond grossièrement à la vitesse d'éloignement par rapport au système des étoiles à faible mouvement. Comme les calculs de l'auteur indiquent une plus grande vitesse d'éloignement pour le système de Kapteyn et de Van Rhijn, il est probable que le système des étoiles à faible mouvement est un peu plus petit que le système précédent. L'auteur suggère que le système des étoiles à faible mouvement est un nuage local dans un ensemble galactique beaucoup plus massif contenant aussi les amas globulaires, dont les très hautes vitesses au hasard indiquent un très grand potentiel de gravitation. La simple hypothèse, cependant, que les étoiles de hautes vitesses puissent être des membres de cet ensemble plus vaste comporte encore des difficultés. Nous ne pouvons rien dire sur la distribution dans l'espace des étoiles à grandes vitesses, sauf que leur densité doit décroître quand on va vers l'extérieur.

Constantes utilisées dans le travail statistique (1). Loi de luminosité. Kapteyn et Van Rhijn ont représenté cette loi par une fonction de Gauss avec module 0,28 et maximum à +2 M 7. Maintenant le pourcentage des grandes vitesses croît grossièrement du double pour chaque décroissance de trois magnitudes dans l'éclat absolu, de sorte que la courbe représentant la portion la plus brillante de la loi de luminosité des hautes vitesses aurait le même module, mais un maximum à +4 M 1. (2) **La variation de la vitesse systématique et particulière avec la magnitude apparente** fut déterminée d'après deux hypothèses différentes quant à la distribution dans l'espace des étoiles de grandes vitesses. Les résultats indiquent la possibilité de changements importants pour les étoiles plus faibles que la 10^e magnitude. Après exclusion des grandes vitesses le mouvement solaire tel qu'on le détermine d'après toutes les vitesses utilisables des étoiles les plus brillantes est trouvé de 19 km/sec. vers $\alpha = 18$ h. 2 m. $\delta = +30^\circ$.

La couleur des corps incandescents.

On rencontre assez souvent l'opinion que si, en élevant la température, les corps incandescents finissent par paraître blancs, la raison en est à chercher dans la loi de Planck : plus on chauffe les corps, plus ils émettent de rayons bleus et violets; la couleur, au commencement rouge, ensuite jaune, passerait ainsi au blanc.

Une observation très simple montre que cette explication n'est pas juste: si on regarde le soleil à travers un verre bleu foncé, un verre qui ne laisse passer que les rayons bleus et violets, le Soleil paraît blanc, aussi blanc qu'un nuage blanc vu avec l'autre œil (Helmholtz).

Malgré des tentatives sérieuses, il est difficile de trouver un signe caractéristique du blanc; l'œil reste juge souverain lorsqu'il s'agit de décider si une lumière est blanche ou non; malheureusement l'œil est un très mauvais juge parce qu'un phénomène, dit **adaptation compensatrice** par Tscherning, change immédiatement la couleur.

On peut alors faire des observations soit en séparant les images des deux yeux, soit en utilisant pour l'un d'eux un tube de carton fermé dont le fond est percé d'un trou d'épingle: on reconnaît ainsi que la lumière du Soleil, qu'on a souvent prise comme prototype de la lumière blanche, est en réalité verte jaunâtre, à peu près de la teinte des feuilles du hêtre fraîchement écloses.

Ainsi, cette adaptation compensatrice joue un grand rôle pour le fonctionnement de la vision: c'est grâce à elle que les objets gardent leurs couleurs, quelle que soit la teinte de la lumière qui les éclaire. Il y a une grande différence entre la

1. — OORT (J. H.). — The Stars of high velocity. Publ. Kapteyn Astron. Labor. Groningen, n° 40. (Traduction du résumé de l'auteur.)

lumière vert-bleuâtre du ciel bleu, la lumière vert-jaunâtre du ciel gris et la lumière jaune de la plupart de nos sources lumineuses artificielles; mais les objets ne changent pas de couleur lorsqu'on les porte d'une lumière dans l'autre, l'adaptation compensatrice effaçant les différences.

(Voir les diverses expériences mentionnées par H. Tscherning, *Acta Ophtalmologica*, t. V.)

La prévision du temps par saisons.

Dans un intéressant article de *Profess. Engin.*, Nov. 1927, Ch. F. Brooks étudie les divers procédés utilisés; il donne d'abord de nombreux exemples pour montrer que l'on peut baser une telle prévision sur une relation existant entre les pressions d'un hémisphère et les précipitations sur un autre, ainsi la pression sur l'Amérique du Sud conditionnant la pluie à Zanzibar; relations dues aux échanges d'air entre les océans et les continents; méthodes relatives à divers cycles astronomiques, notamment celui de l'activité solaire; la répétition de cycles caractéristiques, l'extrapolation des observations, ou les relations entre la pression sur les continents et les températures des mers.

Pour conclure l'auteur pense que la possibilité de prévisions saisonnières paraît rester sous le contrôle des variations solaires et des éruptions de poussières volcaniques, plutôt que sous l'influence des gradients de température interzonale; lorsque l'on aura déterminé empiriquement l'état atmosphérique du monde entier, on pourra l'utiliser pour la prévision — et ce jour-là sera le triomphe définitif de ceux qui ont confiance dans la fécondité des études climatologiques.

L'article se termine par des indications propres au Sud de la Californie

Etude optique et électrique de la formation des pellicules métalliques par pulvérisation cathodique.

L'étude de la formation des pellicules métalliques par pulvérisation cathodique a été faite jusqu'ici en retirant la pellicule de l'appareil à pulvérisation à chaque mesure optique ou électrique. Cette méthode est longue et donne des résultats qui ne se rapportent pas à la même couche métallique, formée sans interruptions, dans des conditions rigoureusement comparables.

J'ai réalisé un appareil qui permet de suivre les variations de la densité optique et de la résistance électrique de la pellicule métallique, dans le vide, pendant la pulvérisation.

Pour la pulvérisation de platine dans l'air, ce dispositif a permis les constatations suivantes.

1° — La densité optique de la couche métallique croît d'abord linéairement avec la durée de projection, puis diminue et tend finalement vers une valeur limite. Tout au début de la pulvérisation, la difficulté de mesure des densités optiques très faibles ne permet pas de tirer de conclusion.

2° — La résistance électrique de la pellicule, infinie à l'origine, décroît très rapidement quand la durée de pulvérisation augmente, et tend aussi vers une valeur limite.

3° — A partir d'une certaine épaisseur, la pellicule métallique formée semble s'opposer à un accroissement plus grand.

(Sommaire de l'article de *Rev. d'Opt.*, sept. 1927, pp. 364-376).

A. ARDANT.